



Influencia de la procedencia geográfica sobre los parámetros morfométricos de semillas de *Prosopis alba*

Influence of geographical source on morphometric parameters of Prosopis alba seeds

M. L. FONTANA^{1,2}, V. R. PEREZ³ Y C. V. LUNA²

¹ Cátedra de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.
Sgto. Cabral 2131. W3402BKG, Corrientes.

² Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

³ Cátedra de Silvicultura, Facultad de Recursos Naturales.
Universidad Nacional de Formosa.
<cluna@agr.unne.edu.ar>; <claudiaverluna@gmail.com>

RESUMEN

Con el objeto de evaluar experimentalmente la influencia de la procedencia geográfica sobre las características morfométricas de simientes de *Prosopis alba*, se estudiaron las variables longitud, ancho, espesor, relación longitud-espesor, volumen, forma, color, peso y peso volumétrico de semillas provenientes de tres poblaciones distintas: Santiago del Estero a orillas del río Dulce, Formosa a orillas del río Bermejo, y norte de la provincia de Salta. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en longitud, ancho y peso de semillas entre las distintas procedencias. Entre ellas, el mayor coeficiente de variación lo presenta el peso de 1000 semillas, lo cual indica que este es el parámetro que más difiere entre las poblaciones analizadas.

SUMMARY

In order to experimentally evaluate the influence of the geographical origin on the morphometric characteristics of seeds of Prosopis alba, the length, width, thickness, length-to-thickness ratio, volume, shape, color, weight and volumetric weight of seeds were studied on three different populations: Santiago del Estero at river Dulce's shore, Formosa at Bermejo's shore, and north of Salta province. The results showed significant differences in length, width and weight of seeds from different provenances. Among them, the weight of 1000 seeds presents the highest coefficient of variation, indicating that is the parameter with greater differences among the analyzed populations.

Palabras clave: origen, biometría, simientes

Key words: source, biometry, seeds

INTRODUCCIÓN

Se define procedencia de la semilla como el área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores y dentro de la cual se ha desarrollado su constitución genética. Este término, sinónimo de fuente de semilla, hace referencia al lugar físico del cual se obtuvo el germoplasma (Quino Pascual, 2013).

Los estudios de las fuentes de semilla (o ensayos de procedencias) generan información útil para la definición de estrategias de mejoramiento, no obstante la finalidad práctica principal es identificar las procedencias cuyas semillas dan lugar a bosques productivos y bien adaptados; básicamente la relevancia de la procedencia se basa en el control genético de caracteres de comportamiento (crecimiento, producción, supervivencia), que a su vez tienen su origen en diversas características fisiológicas sometidas a distintas presiones de selección (Climent et al., 2002), es decir que las diferencias entre poblaciones de una misma especie que ocupan distintas regiones, pueden guardar relación con la distribución de factores ambientales continuos o discontinuos, como tipo de suelo y altitud, exposición o latitud, con los factores conexos de precipitación, temperatura y fotoperíodo (Burley, 1969).

Existen diversos estudios de la influencia de la procedencia geográfica de las semillas sobre la germinación y el crecimiento de especies forestales; e inclusive muchos de ellos indican diferencias en cuanto al vigor (Juarez-Agis et al., 2006; Hernández, 2011). La clasificación de las semillas por tamaño para determinar la calidad fisiológica ha sido ampliamente utilizada en la reproducción de diferentes especies de plantas (Alves et al., 2005).

Por estas razones se ha acrecentado el interés en avanzar sobre los estudios de la biología básica de especies nativas con el fin de generar conocimiento aplicable en planes de cultivo y producción para su utilización en restauración de ambientes degradados (Valfré-Giorello et al., 2012).

El algarrobo blanco (*Prosopis alba* (Griseb.)) se encuentra entre las once especies del género que son endémicas de Argentina y se lo considera una de las maderas nativas de mayor uso. No obstante lo prometedora que resulta la especie para planes de forestación y enriquecimiento, inicialmente toda la investigación ha sido direccionada hacia las dos especies dominantes del Chaco árido: *Prosopis chilensis* y *P. flexuosa* (Verga, 2005).

Como antecedente en la especie en cuestión, y relacionado a características morfológicas, se cuenta con caracterizaciones de plántulas de *P. alba*, *P. alpataco*, *P. chilensis*, *P. flexuosa*, *P. nigra*, *P. hassleri*, *P. denudans* y *P. strombulifera* (Burghardt et al., 2000; Jorratti et al., 2011) y de semillas de *P. alba*, *P. flexuosa* y *P. nigra* (Jorratti et al., 2011), pero ellas apuntan a la identificación de descriptores morfológicos que permiten el reconocimiento de las especies a campo y no a la diferenciación de procedencias.

La maduración de la semilla tampoco es uniforme: 15 especies americanas de *Prosopis* muestran una tasa de germinación baja debido al desarrollo incompleto de las semillas; además, se desconoce si la producción de las mismas es afectada por el fotoperíodo tal como el crecimiento morfológico en procedencias de América Central (Dostert et al., 2012).

El desarrollo de un paquete tecnológico para una especie en particular abarca desde el estudio y la caracterización de las

semillas hasta la valoración de diferentes manejos en la plantación. En este contexto se reconoce como problema inicial para la producción de plantas de *P. alba* la carencia de descripciones morfológicas y de parámetros físicos de semillas y el efecto que ejerce la procedencia sobre estas variables. El objetivo de este trabajo es evaluar experimentalmente la influencia de la procedencia geográfica sobre los parámetros morfométricos de semillas de *P. alba* de tres rodales e identificar las variables que permitan distinguir a las procedencias entre sí.

MATERIAL Y MÉTODO

La zona de cosecha de los orígenes en estudio se extiende de los 22° 12' 1" S (SN) hasta los 27° 52' 44" S (Sg); y de los 61° 54' 0" O (Ch) hasta 64° 9' 16" O (Sg).

Se trabajó con semillas de *P. alba*, provenientes de tres áreas productoras de semillas, las cuales se corresponden a tres grupos morfológicos distintos, con diferencias morfológicas importantes sobre todo entre los algarrobos chaqueños y los santiagueños, especialmente en las hojas; los mismos fueron determinados por taxonomía numérica por Verga y colaboradores (2009):

Prosopis alba "santiagueño": 27° 52' 44" S, 64° 9' 16" O. Se ubica a 15 km al sudeste de la ciudad de Santiago del Estero a orillas del río Dulce. La temperatura media anual es de 20,7 °C y la precipitación media anual de 579 mm (**Figura 1A y B**). Procedencia confirmada mediante análisis taxonómico y morfológico por Verga (2014).

Prosopis alba "chaqueño": 24° 15' 58" S, 61° 54' 0" O. Se ubica en el extremo oeste de la provincia de Formosa a orillas del río Bermejo, en el denominado paraje Isla de Cuba (Departamento Ma-

tacos, Formosa). La temperatura media anual es de 22,8 °C y la precipitación media anual de 678 mm (**Figura 1A y C**). Como resultado de los ensayos de orígenes de *P. alba* realizados por Delvalle et al. (2003), en los cuales esta procedencia se destacó por presentar alta homogeneidad en las variables tales como altura total y diámetro a la altura del cuello, se la incluyó en esta evaluación.

Prosopis alba "Salta Norte": 22° 12' 1" S, 63° 40' 33" O. Se ubica en el extremo norte de la provincia de Salta, en la localidad de Campo Duran (departamento General San Martín, Salta). La temperatura media anual es de 21,9 °C y la precipitación media anual de 1054 mm (**Figura 1A y C**). Procedencia identificada mediante análisis taxonómico y morfológico por Verga (2014).

Para los sitios Santiago del Estero e Isla de Cuba se cosecharon 30 árboles y se conformaron pools de semillas de los mismos; se cosechó en todos los casos al menos 1 kg de vainas por árbol. Para el sitio Campo Durán, la cosecha fue masal y la muestra se conformó con 40-50 árboles.

Caracterización morfométrica de las semillas

Para la biometría de semillas se siguió la metodología de Bravato (1974) que establece el tamaño de las semillas a partir de mediciones de longitud y ancho. Se incluyó en el presente la medición del espesor de las simientes tomada en la parte central de las mismas. A partir de los datos obtenidos se calculó la relación longitud-ancho (L/A) y volumen (V). Para definir la forma de la semilla se siguió lo indicado por Murley (1951). Las mediciones se realizaron sobre 100 semillas de cada procedencia tomadas al

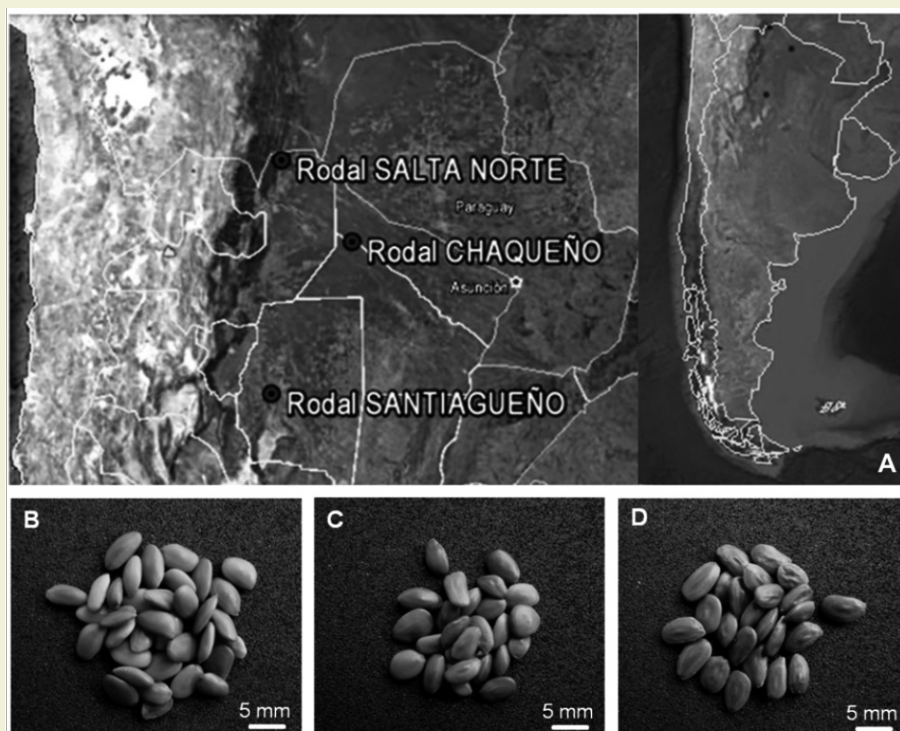


Figura 1. Localización de las áreas productoras de semillas de *Prosopis alba*: A) rodales “santiagueño”, “chaqueño” y “Salta Norte”; B) semillas de *P. alba* santiagueño; C) semillas de *P. alba* chaqueño y D) semillas de *P. alba* Salta Norte”

Figure 1. Location of seed production areas of *Prosopis alba*: A) stands “santiagueño”, “chaqueño” and “Salta Norte”, B) seeds of *P. alba* santiagueño, C) seeds of *P. alba* chaqueño and D) seeds of *P. alba* Salta Norte

azar y mediante el uso de un calibre de precisión de 0,1 mm. La estimación del color de la cubierta seminal se realizó sobre 100 semillas mediante el empleo de la carta de colores Munsell (1975). El peso de las semillas se determinó conforme a lo establecido por la Asociación Internacional de Análisis de Semilla (ISTA, 1999); se empleó para las mediciones una balanza de precisión de 0,001 g.

Peso volumétrico

Para determinarlo se utilizó una probeta de 10 ml; se pesaron 2 g de semillas de cada origen midiéndose el volumen para su posterior transformación a kg hl^{-1} . Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento.

Análisis estadístico

Los datos fueron transformados ($y = \log_e x$) y analizados estadísticamente con el software Infostat versión 2008. Se reali-

zó el análisis de la varianza comparando las medias de los tratamientos a través de la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$). Para las variables color y forma, se analizó la distribución de frecuencia.

RESULTADOS

Las semillas de algarrobo blanco de las tres procedencias estudiadas presentaron diferencias significativas para longitud y ancho. En este sentido, las procedentes del rodal denominado “Salta Norte” registran, para ambas variables, valores superiores a las del “santiagueño” y este a su vez a las del “chaqueño” (Tabla 1, Figura 1A y B). La variable espesor se mantiene constante sin diferencias entre procedencias; para la relación longitud/ancho solo resulta estadísticamente diferente el material proveniente de “Salta Norte” que acusa un valor inferior, indicando ello que la proporcionalidad que presentan las procedencias “chaqueño” y “santiagueño” se desvirtúa para ese caso (Tabla 1, Figura 2C y D). Para la variable volumen, las semillas del rodal “chaqueño” presentan valores estadísticamente inferiores a los de los restantes,

entre los cuales no existen diferencias (Tabla 1, Figura 2D).

La frecuencia acumulada de formas registrada para cada procedencia se muestra similar para los rodales “chaqueño” y “santiagueño” y con ligeros cambios para el rodal “Salta Norte”. Para todas las procedencias, las formas ovoide, ovalada y oblonga representan entre el 88 y el 97% de las semillas y, con menor participación, se registran semillas reniformes, elípticas, obovoides y orbiculares (Figura 3).

Respecto del color (Tabla 2), el 71% de las semillas del rodal “santiagueño”, el 47% de las del “chaqueño” y el 51% de las del rodal “Salta Norte” presentan una coloración marrón fuerte (marrón fuerte; 7,5 YR 4/6, 5/6 y 5/8). En segundo orden de frecuencia acumulada se observan diferencias ya que para los rodales “santiagueño” y “chaqueño” este lugar lo ocupa la coloración marrón amarillento (marrón amarillento; 10 YR 5/6 y 5/8) y para el rodal “Salta Norte” lo representa la coloración marrón (marrón; 7,5 YR 4/6).

Existen diferencias significativas en el peso de las semillas. Se observa un gradiente creciente que inicia con las semi-

Tabla 1. Tamaño (longitud, ancho y espesor), relación longitud/ancho (L/A) y volumen expresados en mm y mm³ de semillas de *P. alba* provenientes de tres procedencias. Se presentan las medias \pm SEM. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$)
Table 1. Size (length, width and thickness), length-to-thickness ratio (L/A) and volume in mm and mm³ of *P. alba* seeds from three sources. Means \pm SEM are shown. Different letters indicate statistical differences ($P \leq 0,05$)

Procedencia	longitud (L)	ancho (A)	espesor	L/A	volumen (V)
<i>P. alba</i> santiagueño	6,23 \pm 0,06 ^b	3,62 \pm 0,06 ^b	2,03 \pm 0,02 ^a	1,76 \pm 0,03 ^a	22,21 \pm 0,45 ^b
<i>P. alba</i> chaqueño	5,48 \pm 0,06 ^a	3,22 \pm 0,05 ^a	2,02 \pm 0,01 ^a	1,73 \pm 0,03 ^a	17,63 \pm 0,38 ^a
<i>P. alba</i> Salta Norte	6,40 \pm 0,06 ^c	3,95 \pm 0,04 ^c	2,01 \pm 0,01 ^a	1,64 \pm 0,02 ^b	22,56 \pm 0,44 ^b

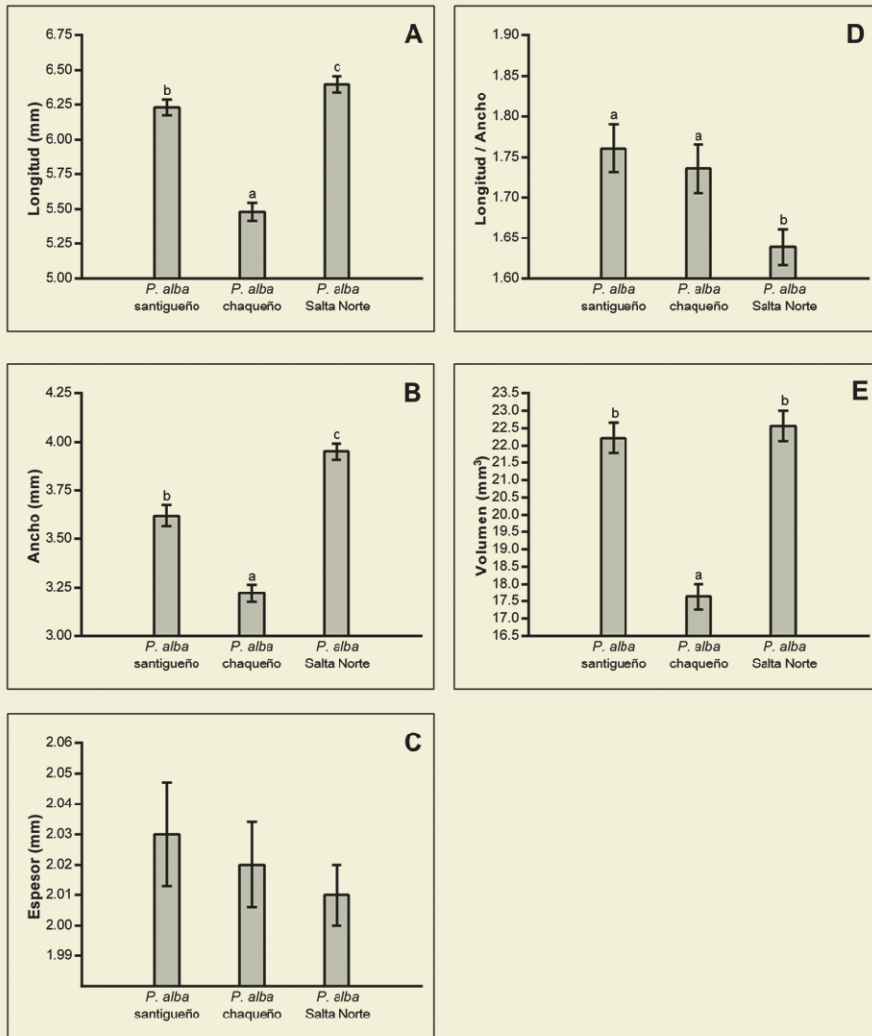


Figura 2. Parámetros morfológicos de semillas de *P. alba* de tres procedencias: A) longitud; B) ancho; C) espesor; D) relación longitud/ancho (L/A) y E) volumen. Se presentan las medias \pm SEM. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$)

Figure 2. Morphological parameters of *P. alba* seeds of three provenances: A) length, B) wide, C) thickness, D) length-to-thickness ratio (L/A) and E) volume. Means \pm SEM are shown. Different letters indicate statistical differences ($P \leq 0.05$)

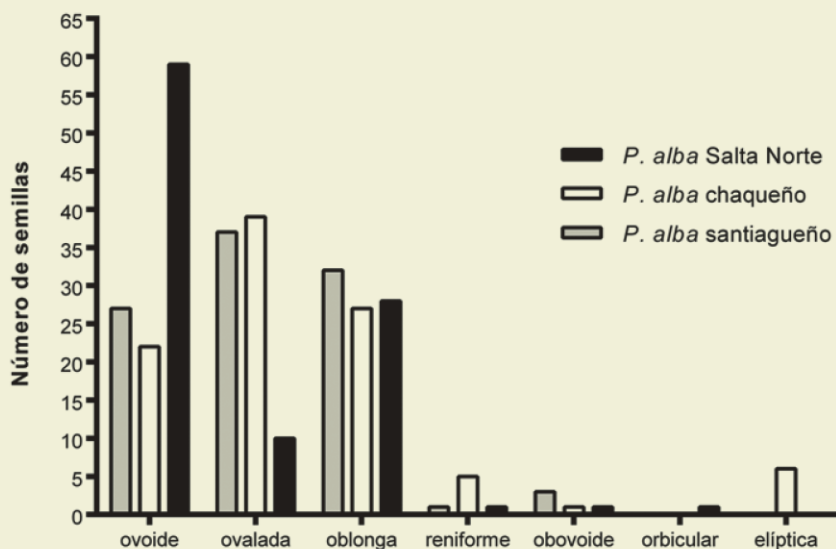


Figura 3. Frecuencia acumulada de formas de semillas (Murley 1951) de *P. alba* según la procedencia

Figure 3. Cumulative frequency of seeds shapes (Murley 1951) of *P. alba* by source

llas de *P. alba* “chaqueño” y finaliza con las de mayor masa correspondiente a las de la procedencia “Salta Norte” (Tabla 3). El peso volumétrico, asociado al volumen de las semillas y la cantidad de estas que caben en 100 litros (1 hl), alcanzó los valores de $78,11 \pm 1,04 \text{ kg hl}^{-1}$ para *P. alba* santiagueño, $80,14 \pm 0,04 \text{ kg hL}^{-1}$ para *P. alba* chaqueño y $77,04 \pm 0,06 \text{ kg hl}^{-1}$ para *P. alba* Salta Norte. Solo se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias “chaqueño” y “Salta Norte”.

Por otra parte, los resultados del análisis de los valores de coeficiente de variación obtenidos de las variables cuantitativas longitud (L), ancho (A), espesor, L/A, volumen, peso de las semillas y peso volumétrico, revelaron que para peso de las semillas, ancho y volumen los valores fueron sensiblemente más elevados (Figura 4).

DISCUSIÓN

Diferencias en el tamaño de semillas de distintas procedencias han sido reportadas para diversas especies leñosas como *Juniperus procera* (Mamo et al., 2006), *Nothofagus alessandrii* (Santelices et al., 2009), *Pinus oaxacana* (Méndez et al., 2001), *Quercus oleoides* (Márquez et al., 2005), *Swietenia macrophylla* (Acosta Galván, 2011). De los caracteres evaluados, el espesor de las semillas resulta ser prácticamente constante, manifestando una mínima variabilidad dentro y entre las poblaciones estudiadas, coincidiendo con los valores encontrados para la especie por Prokopiuk et al. (2000). Esto último concuerda con lo hallado por Santelices et al. (2009) para *N. alessandrii*, quienes mencionan una alta homogeneidad en el espesor de las se-

Tabla 2. Frecuencia acumulada de colores según carta de Munsell (1975) para cada procedencia de *P. alba*

Table 2. Cumulative frequency of colors according Munsell chart (1975) for each source of P. alba

color	<i>P. alba</i>		
	santiagoño	chaqueño	Salta Norte
10 YR 3/6 marrón amarillento oscuro	0	0	1
10YR 4/6 marrón amarillento oscuro	2	5	2
10YR 5/6 marrón amarillento	5	16	4
10YR 5/8 marrón amarillento	14	8	0
10YR 6/6 amarillo amarronado	0	2	0
7,5YR 3/4 marrón oscuro	0	1	0
7,5YR 4/4 marrón	4	20	38
7,5YR 4/6 marrón fuerte	68	39	51
7,5YR 5/4 marrón	0	0	1
7,5YR 5/6 marrón fuerte	2	8	0
7,5YR 5/8 marrón fuerte	1	0	0
2,5Y 5/4 marrón oliva claro	1	0	0
2,5Y 5/6 marrón oliva claro	2	1	3
2,5Y 6/8 amarillo oliva	1	0	0

millas dímeras de cinco procedencias así como con los datos publicados sobre *Pinus hartwegii* (Iglesias et al., 2006) y *Genipa americana* (Ramírez y Orozco, 2010).

El color marrón fuerte es el que presenta la mayor frecuencia en las semillas de las tres procedencias. Si bien existe poca bibliografía al respecto, Jorrati et al.

(2011) mencionan que este es el color característico para las semillas de *Prosopis chilensis* y *P. flexuosa*. En este caso no es posible diferenciar procedencias por la coloración de las simientes pero resulta de importancia evaluar la variación del color ya que se ha encontrado en *Cecropia obtusifolia* que influye en la germinación (Tenorio et al., 2008).

Tabla 3. Peso de las semillas. Se presentan las medias \pm SEM y el coeficiente de variación (CV) < 4 para el peso de 100 semillas de *Prosopis alba*; letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$)

Table 3. Seeds weight. Means \pm SEM and the coefficient of variation (CV) under 4 for the weight of 100 seeds of *Prosopis alba* are shown; different letters indicate statistical differences ($P \leq 0.05$)

	Peso volumétrico (Kg/hl)
<i>P. alba</i> santiagueño	78,11 \pm 1,04 ^{ab}
<i>P. alba</i> chaqueño	80,14 \pm 0,04 ^b
<i>P. alba</i> Salta Norte	77,04 \pm 0,06 ^a

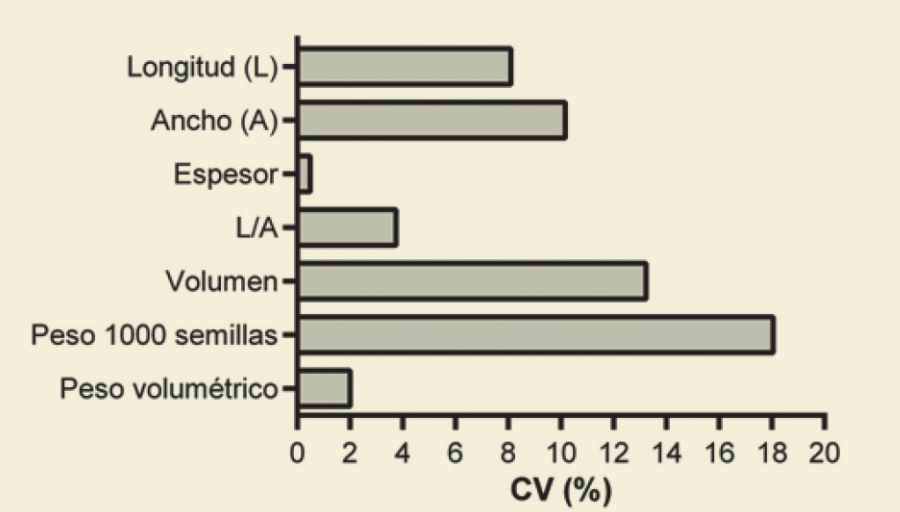


Figura 4. Coeficiente de variación para los caracteres morfométricos evaluados: longitud (L), ancho (A), espesor, relación longitud-ancho (L/A), volumen, peso de las semillas y peso volumétrico

Figure 4. Coefficient of variation for the evaluated morphometric characters: length (L), width (A), thickness, length-thickness ratio (L/A), volume, seed weight and volumetric weight

Burkart (1976) describe las semillas de *P. alba* como ovoidales; en el presente, la mayor proporción de ellas —para los tres rodales— responde a los formatos ovoide, ovalado y oblongo. Del mismo modo que el color, esta característica no resulta de utilidad para distinguir procedencias.

El peso de las semillas es una de las variables que permitió separar las procedencias acusando el coeficiente de variación más alto entre poblaciones (18%); aunque se ha encontrado que todas las procedencias arrojaron valores de pesos menores a los registrados

como antecedente para la zona en cuestión (Prokopiuk et al., 2000). El peso volumétrico está directamente influenciado por el tamaño y la forma de las semillas. Considerando los resultados obtenidos, esta característica solo permite determinar las procedencias “chaqueño” y “Salta Norte”.

El rango geográfico de estas fuentes de semillas se extiende desde los 22° 12' 1" hasta los 27° 52' 44" S, y desde los 61° 54' 0" hasta los 64° 9' 16" O. Los datos climáticos de las áreas muestran diferencias notorias en cuanto a las precipitaciones medias; en este sentido la procedencia “Salta Norte” es la que sobresale y registra más de 1000 mm anuales, lo cual podría explicar que muchas de las variables alcancen la mayor dimensión en esta área. Guttermann (1992) sostiene que la disponibilidad de agua —así como otros factores ambientales— a que están sujetas las plantas madres puede ser la causa de las variaciones de caracteres morfométricos entre poblaciones. El régimen hídrico de la zona donde se produjo la semilla influye fuertemente en el tamaño y peso de las mismas; según Wright (1976), las semillas producidas en regiones húmedas generalmente son de menor tamaño por el crecimiento más acelerado de los árboles portagranos; por su parte Sorensen y Miles (1978) concluyen que las semillas de estas regiones también presentan mayor peso. Baker (1972), por su parte, sostiene que las semillas de regiones más secas que eventualmente presentan mayor tamaño poseen una adaptación a las necesidades de un desarrollo inicial más vigoroso de las plántulas. Kulygin (1977) constató que el tamaño y peso de semillas de *Robinia pseudoacacia* varía en la misma región

de producción, de un año a otro, en función de las condiciones climáticas reinantes.

Las variables ambientales han llevado a la selección y producción de diferentes tamaños de semillas, al punto de que el tamaño y el peso de las semillas varían en gran medida entre los individuos de una especie (Méndez et al., 2001). Baskin y Baskin (2001) mencionan que el ambiente, la genética y la interacción de ambas controlan caracteres tales como el color, la forma y el tamaño de la semilla; esas variaciones se relacionan con diferencias en los requerimientos para germinar y en el rompimiento de la latencia; asimismo existe una correlación detectada por diversos autores entre peso de la semilla y capacidad de germinación, conocimiento de suma importancia a la hora de seleccionar rodales para la producción de plantas en vivero.

Según Deichmann (1976), las semillas de una misma especie pueden variar en tamaño y peso, de una región a otra, sin que haya diferencias en su calidad; pero dentro de una misma región las semillas de mayor tamaño y las de mayor peso generalmente son más brías que las más pequeñas y de menor peso, produciendo plantas más vigorosas y con mayor crecimiento. Mientras que para Kramer y Kozłowski (1972), las semillas de mayor tamaño pueden producir plantas más grandes por disponer de mayores reservas en su etapa inicial de crecimiento.

Variaciones significativas de peso de semillas de *Mimosa scabrella*, fueron detectadas por Fonseca (1982) entre procedencias de regiones alejadas; y sus resultados permitieron concluir que el peso de las semillas constituye una característica de naturaleza fenotípica, pudiendo ser modificada por las condiciones climáti-

cas del lugar (Popinigis, 1975). Mientras que para Deichmann (1976), la diferencia entre tamaño y peso de semillas de una misma especie y de distintas procedencias, no implica necesariamente una diferencia en su calidad fisiológica.

La heterogeneidad en los tamaños de las semillas puede deberse a la diferencia de reservas nutritivas resultantes de las condiciones adversas durante su desarrollo, que pueden originar semillas de tamaños similares pero de pesos diferentes (Toumey y Korstian, 1954). Por este motivo algunos autores prefieren utilizar el peso asociado al tamaño como requisitos para caracterizar la calidad de las mismas.

CONCLUSIONES

El estudio reveló la existencia de diferencias en parámetros morfométricos entre semillas de *P. alba* de diferentes procedencias geográficas. Las variables longitud, ancho y peso de las semillas son estadísticamente diferentes y permiten separar las procedencias. Entre ellas, el mayor coeficiente de variación lo presenta el peso de semillas, lo cual indica que este es el parámetro que más difiere entre las poblaciones analizadas. La alta variabilidad intraespecífica del género *Prosopis* le permite una ventaja ecológica pero se torna un problema cuando se quiere disponer de semillas de buena calidad y uniformes para ser destinadas a plantaciones comerciales.

Es muy probable que la procedencia del rodal denominado "Salta Norte" se destaque en los parámetros morfométricos evaluados, debido a que es la que mayor régimen pluviométrico registra; y de acuerdo a resultados similares, el régimen hídrico es determinante en la época de fructificación para producir semillas

de buena calidad, en la mayoría de las especies.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA-G., R., L. MENDIZÁBAL-H., J. ALBA-L., A. ALDERETE-C. & N. DE LA CRUZ-L., 2012. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* King de tres procedencias del Estado de Tabasco, México. *Foresta Veracruzana* 14 (1): 35-42.
- ALVES, E.U., R.L. BRUNO, A.P. OLIVEIRA, A.U. ALVES & R.C. PAULA, 2005. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinhiifolia* Benth., sobre a germinação e vigor. *Revista Árvore* 29(6): 877-885.
- BAKER, H., 1972. Seed weight in relation to environmental conditions in California. *Ecology* 53 (6): 997-1010.
- BASKIN, C.C. & J.M. BASKIN, 2001. *Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. San Diego, USA: Academic Press.
- BRAVATO, M., 1974. Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 9(1-4): 317-361.
- BURGHARDT, A.D., M.M. BRIZUELA & R.A. PALACIOS, 2000. Variabilidad en plántulas de algunas especies de *Prosopis* L. (Fabaceae). En busca de descriptores morfológicos. *Multequina* 9: 23-33.
- BURKART, A., 1976. A monograph of the Genus *Prosopis* (Leguminosae Subfam. Mimosoideae). *Journal Arnold Arboretum* 57 (3-4): 219-525.
- BURLEY, J., 1969. Metodología de los ensayos de procedencia de especies forestales. *Unasylva* 23: 24-28.
- CLIMENT, J.M., L. GIL, E. PÉREZ & J.A. PARDOS, 2002. Efecto de la procedencia en la supervivencia de plántulas de *Pinus canariensis* Sm. en medio árido. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 11(1): 171-180.

- DEICHMANN, V., 1976. Noções sobre sementes e viveiros florestais. Curitiba, Universidade Federal do Paraná.
- DELVALLE, P., M. ATANASIO, M. AYALA, I. SVRIZ & J. PETKOFF, 2003. Ensayo de orígenes de *Prosopis alba* griseb. (Algarrobo blanco). Recuperado de: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14838938/ensayo-de-origenes-de-Prosopis-alba-griseb-algarrobo-blanco-inta>
- DOSTERT, N., J. ROQUE, A. CANO, M. LA TORRE & M. WEIGEND, 2012. Hoja botánica: Algarrobo. Documento: D38/08-18. Lima, Perú: Programa Desarrollo Rural Sostenible – GIZ.
- FONSECA, S., 1982. Variações fenotípicas e genéticas em braçatinga *Mimosa scabrellana* Benth. Piracicaba. Tese Mestrado Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- GUTTERMAN, Y., 1992. Maternal effects of seed during development. In: Fenner, M. (Ed.), Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CAB International, Wallingford, UK.
- HERNÁNDEZ-H., M., 2011. Ensayo de procedencias de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. en la región Costa de Oaxaca. Tesis Ingeniero Forestal. Campus Puerto Escondido. Universidad del Mar. Oaxaca, México.
- IGLESIAS-A., L.G., I. MORA, & J.L. CASAS-M., 2006. Morfometría, viabilidad y variabilidad de las semillas de la población de *Pinus hartwegii* del Cofre de Perote, Veracruz, México. Cuadernos de Biodiversidad 19: 14-18.
- ISTA (International Rules for Seed Testing), 1999. Internacional Seed Association Rules. Seed Science and Technology 27: 50-52.
- JORRATTI DE JIMÉNEZ, M., G. DI BARBARO, E. CANDIA & E. VIEYRA, 2011. Caracterización morfológica de semillas y plántulas de tres especies de algarrobos (*Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* y *P. nigra*). Estudios preliminares. Biología en Agroonomía 1(2): 16-23.
- JUÁREZ-A., A., J. LÓPEZ-U., J.J. VARGAS-H. & C. SÁENZ-R., 2006. Variación geográfica en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Pseudotsuga menziessi* de México. Agrociencia 40 (6): 783-792.
- KRAMER, P. & KOZLOWSKI, I., 1972. Fisiologia das árvores. Lisboa, Fundação Calouste Gubenkian.
- KULYGIN, A., 1977. The effect of drought on the quality of seeds of *Robinia pseudacacia*. Lesnoi Zhurnal (4): 146-8M; In: Forestry Abstracts 3 (9): 370.
- MAMO, N., M. MIHRETU, M. FEKADU, M. TIGABU & D. TEKETAY, 2006. Variation in seed and germination characteristics among *Juniperus procera* populations in Ethiopia. Forest Ecology and Management 225: 320-327.
- MÁRQUEZ-R., J., L. MENDIZÁBAL-H. & C.I. FLORES-R., 2005. Variación en semillas de *Quercus oleoides* Schl. et Cham. de tres poblaciones del centro de Veracruz, México. Foresta Veracruzana 7 (1): 31-36.
- MÉNDEZ-G., M.P., L. MENDIZÁBAL-H. & J. ALBA-L., 2001. Variación de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov procedentes de dos colectas de una población natural del Estado de Veracruz, México. Foresta Veracruzana 3: 19-24.
- MUNSELL COLOR (Firm), 1975. Munsell soil color charts (1975 ed). Munsell Color, Baltimore, Md.
- MURLEY, M.R., 1951. Seeds of the Cruciferae of Northeastern North America. American Midland Naturalist 46 (1): 1-81.
- POPINIGIS, F., 1975. Qualidade fisiológica de sementes. Semente 1(1): 65 - 80.
- PROKOPIUK, D., G. CRUZ, N. GRADOS, O. GARRO & A. CHIRALT, 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. Multequina 9: 35-45.
- QUINO-P., K., 2013. Germinación de semillas y crecimiento inicial de plántulas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. procedentes de la costa de Oaxaca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Cien-

- cias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Xalapa de Enríquez, México.
- RAMÍREZ-M., S.V. & A.F. OROZCO-C., 2010. Maduración del fruto y morfometría de semillas de *Genipa americana* L. en el departamento del Quindío. *Revista de Investigaciones de la Universidad del Quindío* 21: 73- 81.
- SANTELICES, M.R., R.M. NAVARRO-C. & F. DRAKE-A., 2009. Caracterización del material forestal de reproducción de cinco procedencias de *Nothofagus alessandrii* Espinosa, una especie en peligro de extinción. *Interciencia* 34 (2): 113-120.
- SORENSEN, F. & R. MILES, 1978. Cone and seed weight relationship in Douglas-Fir from western and central Oregon. *Ecology* 59 (4): 641-4.
- TENORIO-G., G., D.A. RODRÍGUEZ-T. & G. LÓPEZ-R., 2008. Efecto del tamaño y color de la semillas en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol (Cecropiaceae). *Agrociencia* 42 (5): 585-593.
- TOUMEY, J. & J. KORSTIAN, 1954. Siembra y plantación en la práctica forestal. Buenos Aires, Ed. Suelo Argentino.
- VALFRÉ-G., T., L. ASHWORTH & D. RENISON, 2012. Patrones de germinación de semillas de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae), árbol nativo del Chaco Serrano de interés en restauración. *Ecología Austral* 22 (2): 92-100.
- VERGA, A. 2005. Recursos genéticos, mejoramiento y conservación de especies del género *Prosopis*. En: Norberto, C.A. (Ed.), *Mejores árboles para más forestadores: el programa de producción de material de propagación mejorado y el mejoramiento genético en el Proyecto Forestal de Desarrollo*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://64.76.123.202/new/0-/forestacion/_archivos/_biblioteca/verga.pdf
- VERGA, A. 2014. Rodales semilleros de *Prosopis* a partir del bosque nativo. *Quebracho* 19 (1,2): 125-138.
- VERGA A., D. LÓPEZ LAUENSTEIN, C. LÓPEZ, M. NAVALL, J. JOSEAU, C. GÓMEZ, O. ROYO, W. DEGANÓ & M. MARCÓ. 2009. Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopis* sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. *Quebracho* 17 (1,2): 31-40.
- WRIGHT, J., 1976. *Introduction to forest genetics*. New York, Academic Press.

Recibido: 2/2015
Aceptado: 9/2015